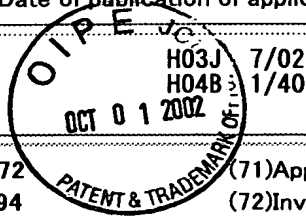


# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-264009

(43)Date of publication of application : 13.10.1995

(51)Int.Cl.



(21)Application number : 06-071572

(71)Applicant : HARADA KENJI

(22)Date of filing : 16.03.1994

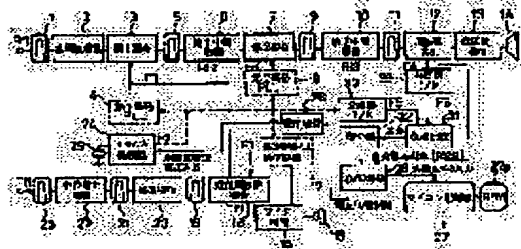
(72)Inventor : HARADA KENJI

## (54) AUTOMATIC FREQUENCY CONTROLLER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an inexpensive and compact automatic frequency controller comprised of equipment of small scale.

**CONSTITUTION:** Frequencies outputted from a frequency divider 29 which frequency-divides a second intermediate frequency that is reception input and a frequency divider 30 which frequency-divides the reference frequency of a reference oscillator 24 are phase-compared by a phase comparator 31, and difference is integrated by an integrator 32, and is converted into data by an A/D converter 28. A microcomputer control part 27 judges phase error polarity from the data, and changes the correction voltage of a voltage switch 26 to the reference oscillator 24. The voltage of the voltage switch 26 is changed by stages, and since the width of change of the reference frequency due to change in one stage is narrow than an allowable error range, the microcomputer control part 27 can judge that the reference frequency is within the allowable error range when the phase error polarity is inverted by the change of a correction voltage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.04.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.11.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-264009

(43)公開日 平成7年(1995)10月13日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 3 J 7/02

H 0 4 B 1/40

識別記号

庁内整理番号

8523-5K

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平6-71572

(22)出願日 平成6年(1994)3月16日

(71)出願人 393007684

原田 憲治

東京都小金井市前原町5丁目18-9

(72)発明者 原田 憲治

東京都小金井市前原町5丁目18-9

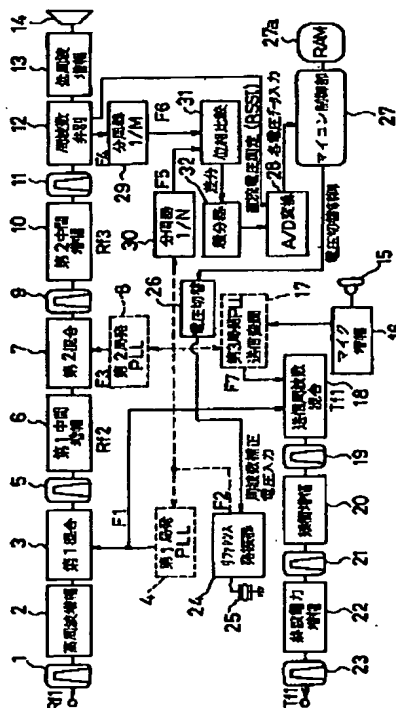
(74)代理人 弁理士 網野 誠 (外2名)

(54)【発明の名称】 自動周波数制御装置

(57)【要約】

【目的】 小規模な機器で安価かつコンパクトに自動周波数制御装置を構成する。

【構成】 受信入力の前2中間周波数を分周する分周器29と、リファレンス発振器24の基準周波数を分周する分周器30との出力の周波数は位相比較器31により位相比較され、差分は積分器32で積分され、A/D変換器28でデータに変換される。マイコン制御部27は、データより位相誤差極性を判断し、電圧切替器26のリファレンス発振器24への補正電圧を変化させる。電圧切替器26の電圧は、段階的に変化し、1段階の変化による基準周波数の変化の幅は許容誤差範囲より狭いので、マイコン制御部27は補正電圧の変化により位相誤差極性が反転した時に基準周波数は許容誤差範囲にあると判断することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信入力信号と電圧制御基準発振器の出力信号との位相を直接的若しくは間接的に比較する位相比較器と、位相比較器の出力する差分を直流電圧に変換する積分器と、積分器の出力値をデジタルデータに変換するA/D変換器と、A/D変換器からのデータに基づいて電圧切替器の出力を調整する制御部と、電圧制御基準発振器への補正出力である直流電圧の出力を行う電圧切替器とを備えた自動周波数制御装置において、電圧切替器は、その補正出力は複数段階に切り替えられる直流電圧であって、1段階の切替により変化する電圧制御基準発振器の基準発振周波数の幅は無線機ごとに予め定められた一方向における周波数誤差許容範囲内に設定されており、制御部は、A/D変換器からのデータより判断される受信入力信号の周波数と基準発振周波数との位相誤差極性に基づいて、基準発振周波数が受信入力信号の周波数に近づく方向に電圧切替器の補正出力を変化させ、補正出力の変化により位相誤差極性が反転した時の基準発振周波数は周波数誤差許容範囲内にあると判断することを特徴とする自動周波数制御装置。

【請求項2】 制御部は、補正出力の変化により位相誤差極性が最初に反転した場合に、逆方向に1段階補正出力を変化させて位相誤差極性が再度反転するか否かを判断し、反転した場合には自動周波数制御動作を終了して電圧切替器の補正出力を固定し、反転しない場合には自動周波数制御動作を継続する請求項1に記載の自動周波数制御装置。

【請求項3】 電圧切替器の最下段と最上段との間の補正出力の最大変化による電圧制御基準発振器の周波数可変範囲は、無線機にて使用されるチャンネル間隔の50%未満の範囲で無線機側の送受信周波数が変化するように設定されている請求項1に記載の自動周波数制御装置。

【請求項4】 電圧切替器の最下段と最上段との間の補正出力の最大変化による電圧制御基準発振器の周波数可変範囲は、無線機にて使用されるチャンネル間隔の25%未満の範囲で無線機側の送受信周波数が変化するように設定されている請求項3に記載の自動周波数制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動周波数制御装置に関し、特に携帯電話機、特定小電力携帯用トランシーバ、専用受信機や пейジャー 受令機のような移動無線機に適した自動周波数制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 携帯電話機のような無線機の無線周波数精度（安定度）を常に一定の範囲で維持管理することは、特に近年における無線チャンネル帯域の狭帯域化需要に対し、そのシステム特性要求を満足するための重要な設計課題となっている。従来、PLL式シンセサイザによる送受信チャンネル用の局部発振回路を構成する場合、

その比較となる基準周波数の信号を発振させるために、高安定度（例えば、 $12.8\text{MHz} \pm 1.5\text{ppm} \sim \pm 2.5\text{ppm}$ ）の基準発振器を用いるのが通例であり、周波数の安定度が無線機の送受信周波数安定度を支配する。

【0003】 基準発振器は、その水晶発振子が本来有する単体での温度特性や経年変化特性では、要求される安定度（例えば  $\pm 3\text{ppm}/\text{年}$ ）条件を満たすことが困難であることは知られている。基準発振器に補償回路を内蔵すれば所定の安定度を確保することができるが、携帯無線機のような小型の機器に搭載する場合には、電源供給事情（電池式）から各種補償回路方式が制限され、また製造コスト、及び部品容積等に多くの制約がある。よって携帯無線機には、仮に通年で  $\pm 1\text{ppm}$  以下の安定度を単独で維持できる基準発振器は適用困難なため、自動周波数制御（AFC）方式が併用されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 現在、一般に普及が進みつつある携帯無線機に自動周波数制御方式を適用しようとするならば、電池電源節電のために省電力であり、小規模な素子で安価かつコンパクトに構成でき、かつ無線チャンネル帯域の狭帯域化需要に適合させなければならない。そのためにはLSI化が可能で、しかも小規模なLSIで実現可能な自動周波数制御装置が必要とされている。例えば、特開昭62-274912には、マイクロプロセッサにより周波数のズレが誤差許容範囲内か否かを判定し、範囲を超えた場合には制御指令を出力する周波数自動設定方式が開示されている。この方式によれば、マイクロプロセッサ内で周波数を加算したり、周波数偏差を算出する過程があり、ある程度以上の規模のマイクロプロセッサを必要としていた。

【0005】 よって本発明の目的は、安価かつコンパクトに構成でき、省電力で、無線チャンネル帯域の狭帯域化需要にも適合可能な自動周波数制御装置を提供することにある。また、狭帯域化にもかかわらず、隣接チャンネルに誤追尾同期することのない自動周波数制御装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために請求項1に記載の発明は、受信入力信号と電圧制御基準発振器の出力信号との位相を直接的若しくは間接的に比較する位相比較器と、位相比較器の出力する差分を直流電圧に変換する積分器と、積分器の出力値をデジタルデータに変換するA/D変換器と、A/D変換器からのデータに基づいて電圧切替器の出力を調整する制御部と、電圧制御基準発振器への補正出力である直流電圧の出力を行う電圧切替器とを備えた自動周波数制御装置において、電圧切替器は、その補正出力は複数段階に切り替えられる直流電圧であって、1段階の切替により変化する電圧制御基準発振器の基準発振周波数の幅は無線機

## 3

ごとに予め定められた一方向における周波数誤差許容範囲内に設定されており、制御部は、A/D変換器からのデータより判断される受信入力信号の周波数と基準発振周波数との位相誤差極性に基づいて、基準発振周波数が受信入力信号の周波数に近づく方向に電圧切替器の補正出力を変化させ、補正出力の変化により位相誤差極性が反転した時の基準発振周波数は周波数誤差許容範囲内にあると判断するように自動周波数制御装置を構成した。

【0007】請求項2に記載の発明は、制御部は、補正出力の変化により位相誤差極性が最初に反転した場合に、逆方向に1段階補正出力を変化させて位相誤差極性が再度反転するか否かを判断し、反転した場合には自動周波数制御動作を終了して電圧切替器の補正出力を固定し、反転しない場合には自動周波数制御動作を継続するように請求項1に記載の自動周波数制御装置を構成した。

【0008】請求項3に記載の発明は、電圧切替器の最下段と最上段との間の補正出力の最大変化による電圧制御基準発振器の周波数可変範囲は、無線機にて使用されるチャンネル間隔の50%未満の範囲で無線機側の送受信周波数が変化するように設定されているように請求項1に記載の自動周波数制御装置を構成した。

【0009】請求項4に記載の発明は、電圧切替器の最下段と最上段との間の補正出力の最大変化による電圧制御基準発振器の周波数可変範囲は、無線機にて使用されるチャンネル間隔の25%未満の範囲で無線機側の送受信周波数が変化するように設定されているように請求項3に記載の自動周波数制御装置を構成した。

## 【0010】

【作用】本発明は上記の構成としたので、次のような作用を奏する。

【0011】請求項1に記載の発明に係る自動周波数制御装置においては、制御部は、A/D変換器からのデータより、受信入力信号の周波数と基準発振周波数との位相誤差極性を判断する。制御部は、判断された位相誤差極性より、基準発振周波数が受信入力信号の周波数に近づく方向に電圧切替器の補正出力を変化させる。すなわち、基準発振周波数が受信入力信号の周波数よりも高ければ低い方向に、低ければ高い方向に変化させる。そして、補正出力の変化により位相誤差極性が反転した時、すなわち低い方向に補正出力を変化させたら基準発振周波数が受信入力信号の周波数よりも低くなった時、あるいは高い方向に補正出力を変化させたら高くなった時に、基準発振周波数は周波数誤差許容範囲内にあると判断する。電圧切替器の補正出力は複数段階に切り替えられ、かつ1段階の切替により変化する基準発振周波数の幅は、一方向における周波数誤差許容範囲内に設定されている。よって、1段階の切替により位相誤差極性が反転した時には、その時の基準周波数は必ず周波数誤差許容範囲内にあるからである。

## 4

【0012】請求項2に記載の発明に係る自動周波数制御装置によれば、制御部は、補正出力の変化により位相誤差極性が最初に反転した場合に、逆方向に1段階補正出力を変化させる。1段階の切替により変化する基準発振周波数の幅は、一方向における周波数誤差許容範囲内であるから、反転後に1段階逆方向に補正出力を変化させたとしても、正常ならば周波数誤差許容範囲内にあるからである。逆方向に1段階補正出力を変化させることにより、位相誤差極性が再度反転したら、正常と判断して自動周波数制御動作を終了し、電圧切替器の補正出力を固定する。反転しない場合には、異常と判断して自動周波数制御動作を継続する。

【0013】請求項3に記載の発明に係る自動周波数制御装置においては、電圧切替器の最下段と最上段との間の補正出力の最大変化による電圧制御基準発振器の周波数可変範囲は、無線機にて使用されるチャンネル間隔の50%未満の範囲で無線機側の送受信周波数が変化するように設定されており、この範囲を超えて追い込み制御が行われることがない。よって、通常のシステムにおいては隣接チャンネルに誤追尾同期することはない。

【0014】請求項4に記載の発明に係る自動周波数制御装置においては、電圧切替器の最下段と最上段との間の補正出力の最大変化による電圧制御基準発振器の周波数可変範囲は、無線機にて使用されるチャンネル間隔の25%未満の範囲で無線機側の送受信周波数が変化するように設定されているので、この範囲を超えて追い込み制御が行われることはない。よって、例えばインターリーブ方式でのチャンネル割付システムのように、実際の占有周波数帯域の半分のチャンネル・スページングが割りつけられるようなシステムにおいても、隣接チャンネルに誤追尾同期することはない。

## 【0015】

【実施例】以下図示の実施例について説明する。

【0016】図1は、本発明に係る自動周波数制御装置の一実施例が適用された無線送受信機の構成を示すブロック図である。

【0017】同図において、周波数Rf1の受信入力信号は、BPF1を経て高周波増幅器2により増幅された後、第1混合器3にて第1局部発振PLL4の周波数F1の出力と混合される。得られた周波数Rf2の信号は、BPF5を経て第1中間増幅器6にて増幅された後、第2混合器7にて第2局部発振PLL8の周波数F3の出力と混合され、周波数Rf3の信号が得られる。さらに、BPF9を経て第2中間増幅器10にて増幅され、BPF11、周波数弁別器12、低周波増幅器13を経てスピーカ14に出力される。

【0018】送信出力は、マイク15からマイク増幅器16で増幅され、第3局部発振PLL送信変調器17で周波数F7の信号に変調され、送信周波数混合器18で受信部と共通な第1局部発振PLL4の周波数F1の出

力と混合される。得られた $Tf1$ の信号は、BPF19、緩衝増幅器20、BPF21、終段電力増幅器22、BPF23を経て送信される。

【0019】ここで、第1局部発振PLL4、第2局部発振PLL8、第3局部発振PLL17は、リファレンス発振器24の発振する基準周波数F2を共通位相比較信号とし、それぞれ電圧可変式発振器(VCO)にて所定の周波数F1、F3、F7を発振し、その安定度は基準周波数F2に随時ロックできる位相同期式発振回路(通称PLLシンセサイザ)により構成されている。

【0020】またリファレンス発振器24は水晶発振子25の周波数に依存して発振し、基準周波数F2とリファレンス発振器24への周波数補正電圧入力とは、図2に示す「直流入力電圧-可変周波数」の比例関係特性が成立している。

【0021】リファレンス発振器24へ周波数補正電圧を出力するのは、電圧切替器26であり、電圧切替器26の電圧切替制御はマイコン制御部27により行われる。マイコン制御部27にはRAM27aが接続されている。マイコン制御部27は、A/D変換器28からデータを受け取る。

【0022】位相比較器31は、周波数弁別器12の周波数F4の出力を分周器29にて $1/M$ に分周した周波数F6の信号と、基準周波数F2の信号を分周器30にて $1/N$ に分周した周波数F5の信号とを位相比較する。差分は積分器32で積分され、得られた直流電圧は、A/D変換器28によりマイコン制御部27用デジタルデータに変換される。このデータは、マイコン制御部27へ送られ、データに基づいて電圧切替器26が制御されるとともに、一時的にRAM27aに随時記憶される。

【0023】これらリファレンス発振器24、電圧切替器26、マイコン制御部27、A/D変換器28、分周器29、分周器30、位相比較器31、積分器32が本実施例の自動周波数制御装置を構成する。

【0024】なお、周波数弁別器12からは、A/D変換器28に受信電界入力強度出力(RSSI信号)が出力される。受信電界の入力強度が不安定または無くなった場合には、マイコン制御部27がRSSI信号レベルを判断し、新たな自動周波数制御を実行しないことで、誤制御を防止するようにしている。この場合、マイコン制御部27は、RAM27aに記憶されていたデータを読み出して、このデータに基づいて電圧切替器26を制御する。

【0025】図3は、図1の無線送受信機の無線通信システムで要求される安定度(ここでは $\leq F0 \pm 1 \text{ ppm}$ )、すなわち誤差許容範囲(一方向では $1 \text{ ppm}$ )と、本実施例の自動周波数制御により要求安定度を確保するために誤差修正できる範囲(ここでは $\geq \pm 3 \text{ ppm}$ )の関係を示す。

【0026】無線送受信機内で使用される無線機送受信周波数の各チャネル中心周波数F0の精度は、リファレンス発振器24の基準周波数F2(MHz)の精度に依存し、各局部発振PLL4、8、17の精度と同等となる。

【0027】無線送受信機の送受信中心周波数F0は、基準周波数F2の安定度に依存することから、例えばリファレンス発振器24の単体安定度仕様が $\pm 3 \text{ ppm/年}$ とした場合、図3のF2aの位置に変移した場合を想定する。システムが要求する通常安定度( $\pm 1 \text{ ppm}$ 以下)を維持するためには、最終的に図3のF2bの位置へ補正制御する必要がある。なお、本実施例においてはF2cには制御過程で一時的に切り替わるが、最終的にはF2bとなる。

【0028】本実施例の自動周波数制御によれば、基地局からの受信信号を受信して第2中間周波数を分周器29により分周して得られた信号の周波数F6(ここでは公称 $12.5 \text{ KHz}$ )と、リファレンス発振器24を分周器30で分周して得られた信号の周波数F5とを位相比較器31にて比較することにより、受信信号の周波数Rf1とリファレンス発振器24の基準周波数F2とを間接的に比較する。位相比較器31の差分は積分器32により積分され、得られた電圧値をA/D変換器28によりA/D変換したデータより、マイコン制御部27は受信信号の周波数Rf1に対し基準周波数F2が高いか低いかの検出を行う。

【0029】検出を行ったマイコン制御部27は、本実施例では3本のポート出力により、図4に示す電圧切替器26のリファレンス発振器24への出力電圧を切り替えて補正することができる。

【0030】図4において、電圧切替器26は高速CMOSのIC261(各社製の74HC4351)と、ソース側に複数接続された同じ特性の抵抗R1~7、電圧調整用の抵抗RA、初期調整用の可変抵抗VR1、電圧変動調整用のコンデンサCA、ドレイン側には高周波成分を除くための抵抗RI、コンデンサCIが接続されている。

【0031】IC261は3本のポートABCへのデジタル入力により制御される。マイコン制御部27からの入力により、IC261はV1~8のいずれかの電圧を、リファレンス発振器24に出力する。例えばポートABCへの入力が(0、0、0)ならばV1、(0、0、1)ならばV2、(1、1、1)ならばV8である。すなわち、IC261の出力電圧は段階的に変化し、かつ1段階の切替による電圧変化の幅は、抵抗R1~7が同じ特性を有するので、同じ幅である。

【0032】リファレンス発振器24は、図2に示すような特性を有するので、IC261の出力電圧に比例して、リファレンス発振器24の出力の基準周波数F2は変化する。図5に、IC261の出力電圧=リファレン

## 7

ス発振器24の基準周波数F2と、ポートABCへの入力との関連を示す。マイコン制御部27は、ポートABCへの出力をシフトすることで、基準周波数F2をシステムの中心周波数F0と同じか、許容誤差範囲内に調整する。

【0033】V1~8までの1段階ごとの補正率は、中心周波数F0の約0.5ppmに設定されるように、Vcc、抵抗R1~7等は設計されている。図3に示したシステムの要求安定度である許容誤差範囲は±1ppmなので、1段階ごとの補正の幅は、中心周波数F0から

10 プラス・マイナスの一方における許容誤差範囲内である。

【0034】また、V1からV8まで出力電圧を最大に変化させると、基準周波数F2は約3.5ppmの幅で変動するが、この可変範囲は、図1の無線送受信システムで使用されるチャンネル間隔の50%未満の範囲で無線送受信機側の送受信周波数が変化するように設定されており、この範囲を超えて追い込み制御が行われることがないから、隣接チャンネルに誤追尾同期することを防止できる。

【0035】さらにまた、例えばインターリブ方式でのチャンネル割付システムのように、実際の占有周波数帯域の半分のチャンネル・スページングが割りつけられるようなシステムにおいては、チャンネル間隔の25%未満の範囲で無線機側の送受信周波数が変化するように設定すれば、この範囲を超えて追い込み制御が行われることはない。隣接チャンネルに誤追尾同期することはない。

【0036】なお、可変抵抗VR1は、初期設定（工場出荷時に、例えば中心値V5=絶対値±0.1ppm以内に設定）用である。

【0037】次に、図6~10を参照しつつ、本実施例の作用について説明する。図6は、本実施例に係るマイコン制御部27による追い込み制御の過程を示すフローチャートである。図7~10は、中心周波数F0に対する基準周波数F2の変動を示す図である。

【0038】まず、図7の初期設定直後のようなリファレンス発振器24の特性がほとんど変化していない状態における作用につき説明する。

【0039】基地局からの電波を受信して得られた周波数F6と、基準周波数F2から得られた周波数F5とを位相比較器31にて比較し、積分器32を通して得られた直流電圧レベルをA/D変換したデータより、マイコン制御部27は位相の遅れ（ $F0 > F2$ ）または進み（ $F0 < F2$ ）を判断できる。このデータは、積分器32の出力電圧が一定のレベルより上か下か（例えばプラスかマイナスか、すなわち位相誤差極性）により変化するデジタル信号である。

【0040】マイコン制御部27は、A/D変換器28からのデータが1か0かにより、電圧切替器26への3ビットの出力を変化させる。単純な判断を行うのみの

## 8

で、小規模で安価なマイコンでマイコン制御部27を構成することができる。なお、A/D変換器28は高いビット分解能を必要としないので、オンチップマイコンに内蔵された程度のものでも足りる。

【0041】図6において、図7の例のように、基準周波数F2aが、中心周波数F0よりも低いと判断されると（ステップ1）、マイコン制御部27は出力を1段階シフトアップする（ステップ3a）。例えば、電圧切替器26の出力する補正電圧をV5からV4に上げる。そして再びA/D変換器28からのデータを読むと、位相誤差極性が反転し、F2bがF0より高いと判断される（ステップ4a）。

【0042】このとき、 $F2a < F0 < F2b$ が成立することになる。また、前述のように1段階シフトによる周波数の変動幅は約0.5ppmであって、一方における誤差許容範囲1ppmよりも小さいから、F2bは誤差許容範囲内にあると判断できる。

【0043】同時に、F2aもF2bと同じく誤差許容範囲内にあり、どちらを採用することもできるが、本実施例では、最初に位相誤差極性が反転したら、マイコン制御部27は逆方向に1段階シフトさせる。図6の例では、シフトダウンを行い（ステップ5a）、周波数をF2bからF2aに戻す。これにより、もしも各機器の動作が正常ならば、再び位相誤差極性が反転するはずである。よって、F2aがF0よりも低くなったかどうか判断し（ステップ6a）、低くなっていればそのまま電圧切替器26の出力電圧を固定し（ステップ7）、動作を終了する。もしも変わらなければステップ1に戻して自動周波数制御動作をやり直す。

30 【0044】このように最後に1段階戻すことにより、動作が正常か否か判断できる。また実際の状況より経験的に、リファレンス発振器24が何らかの要因により一つ方向（この場合にはマイナス方向）に向かって変移中と判断できることから、あえて1つ前の段階で止めておくと、次の制御の時の可変範囲を広げることができるという利点がある。

【0045】図8は、中心周波数F0に対し、 $+0.5ppm < F2c < +1.0ppm$ のようなズレを生じた例である。

40 【0046】マイコン制御部46はF2cはF0よりも高いと判断し（ステップ1）、1段階のシフトダウンを行う（ステップ3b）。ところがF2dではまだ位相誤差極性が反転しないので（ステップ4b）、さらに同方向へもう1段階シフトダウンを行う（ステップ3b）。F2eでは位相誤差極性が反転するので（ステップ4d）、シフトアップを行い（ステップ5b）、位相誤差極性が再び反転することを確認した上で（ステップ6b）、F2dで電圧を固定し（ステップ7）、動作を終了する。

50 【0047】図9は、中心周波数F0に対し、 $+1.0$

$\text{ppm} < F2f < +1.5 \text{ ppm}$  の大きなズレを生じた例である。

【0048】マイコン制御部 26 は  $F2f$  は  $F0$  よりも高いと判断し (ステップ 1)、1 段階のシフトダウンを行う (ステップ 3 b)。  $F2g$  ではまだ位相誤差極性が反転しないので (ステップ 4 b)、さらに同方向へもう 1 段階シフトダウンを行い (ステップ 3 b)、  $F2h$  でも位相誤差極性が反転しないので (ステップ 4 b)、3 度目の 1 段階シフトダウンを行う (ステップ 3 b)。  $F2i$  で位相誤差極性が反転したら (ステップ 4 d)、シフトアップを行い (ステップ 5 b)、位相誤差極性が再び反転することを確認して (ステップ 6 b)、  $F2h$  で電圧を固定し (ステップ 7)、動作を終了する。

【0049】図 10 は、自動周波数制御補正範囲外に周波数が逸脱した異常の発生した例である。

【0050】  $F2j$  は  $F0$  よりも相当に低く、ステップ 3 a、4 a を繰り返して  $F2k$ 、  $F2l$ 、  $F2m$ 、  $F2n$  と周波数を上げていっても位相誤差極性が反転しない。  $F2n$  は、  $V1$  出力による周波数だとすると、これ以上周波数を上げることはできないと判断される (ステップ 2 a)。このとき、マイコン制御部 26 は、  $F2n$  が誤差許容範囲内にあるかどうかの確認ができないので、上位制御部に異常報告を行い (ステップ 8)、電圧を固定して (ステップ 7) 次の補正まで維持する。異常は、例えば水晶発振子 25 の経年変化が原因であれば、可変抵抗  $VR1$  の抵抗値を調整することにより、矯正することができる。

【0051】なお、以上の動作は、  $F2$  が  $F0$  よりも高いか低いかにかかわらず、ほぼ同様である。また、以上の動作は、通信中随時行われ、あるいは単位時間間隔で、もしくは変調・復調段階などにおけるレベル検知に従って行われる。間欠的に自動周波数制御を行う場合には、独立した電圧切替部 26 の出力を固定して継続させておき、マイコン制御部 27 や分周器 29、30、位相比較器 31、積分器 32、A/D 変換器 28 の電源を一時的に切断し、電池電源を節電することができる。

【0052】以上のように、本実施例に係る自動周波数制御装置によると、追い込み制御は数値演算が不要な簡単な制御で実現できるので、マイコン制御部 27 や A/D 変換器 28 は小規模で済み、安価かつコンパクトに構成することができる。

【0053】以上本発明の実施例について説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において適宜変形実施可能であることは言うまでもない。

【0054】例えば、図示の実施例では制御部はマイコン制御部としたが、簡単なゲート回路の組み合わせによっても構成することができることは明らかである。

【0055】

【発明の効果】以上のように、請求項 1 に記載の発明に

係る自動周波数制御装置によれば、追い込み制御を数値演算や複雑な判断が不要な簡単な制御で実現することができるので、制御部や A/D 変換器は小規模のもので足り、よって自動周波数制御装置を安価かつコンパクトに構成することができる。

【0056】請求項 2 に記載の発明に係る自動周波数制御装置によれば、制御部は、補正出力の変化により位相誤差極性が最初に反転して周波数誤差許容範囲内にある場合に、逆方向に 1 段階補正出力を変化させることにより、動作が正常かどうか確認し、また電圧制御基準発振器の周波数が何らかの要因により一方向に進んでいると経験的に判断されるので、逆方向に戻すことにより、次の制御の可変範囲を広げることができる。

【0057】請求項 3 に記載の発明に係る自動周波数制御装置によれば、チャンネル間隔の 50% 未満の範囲でしか無線機側の送受信周波数が変化しないので、この範囲を超えて追い込み制御が行われることがなく、よって、通常のシステムにおいては隣接チャンネルに誤追尾同期することはない。

【0058】請求項 4 に記載の発明に係る自動周波数制御装置によれば、チャンネル間隔の 25% 未満の範囲でしか無線機側の送受信周波数が変化しないので、この範囲を超えて追い込み制御が行われることはなく、例えばインターリブ方式でのチャンネル割付システムのように、実際の占有周波数帯域の半分のチャンネル・スペーシングが割りつけられるようなシステムにおいても、隣接チャンネルに誤追尾同期することはない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本発明に係る自動周波数制御装置の一実施例が適用された無線送受信機の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の実施例におけるリファレンス発振器の特性を示す図である。

【図 3】図 3 は、中心周波数に対する基準周波数の変動を示す図である。

【図 4】図 4 は、図 1 の実施例における電圧切替器の具体的な構成を示す図である。

【図 5】図 5 は、電圧切替器の出力電圧と基準周波数との関係を示す図である。

【図 6】図 6 は、図 1 の実施例における自動周波数制御の過程を示すフローチャートである。

【図 7】図 7 は、誤差がほとんどない場合に図 1 の実施例により追い込み制御される基準周波数の変動を示す図である。

【図 8】図 8 は、誤差が小規模な場合に同じ実施例により追い込み制御される基準周波数の変動を示す図である。

【図 9】図 9 は、誤差が大きな場合に同じ実施例により追い込み制御される基準周波数の変動を示す図である。

【図 10】図 10 は、誤差が補正範囲を超えた場合に同



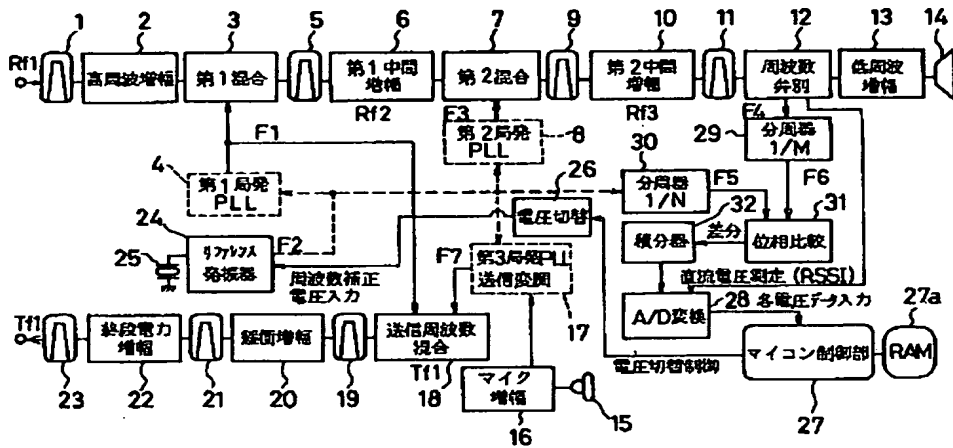
じ実施例により追い込み制御される基準周波数の変動を示す図である。

【符号の説明】

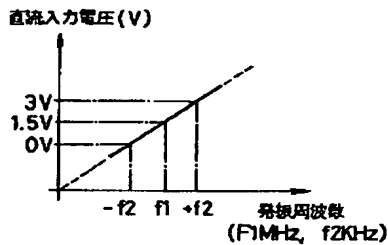
24 リファレンス発振器  
26 電圧切替器

27 マイコン制御部  
28 A/D変換器  
29、30 分周器  
31 位相比較器  
32 積分器

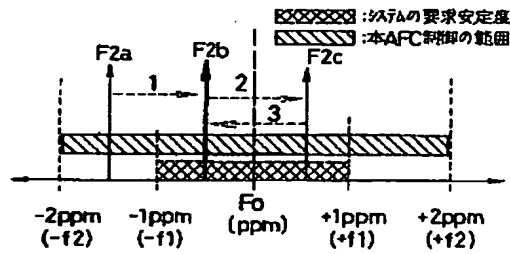
【図1】



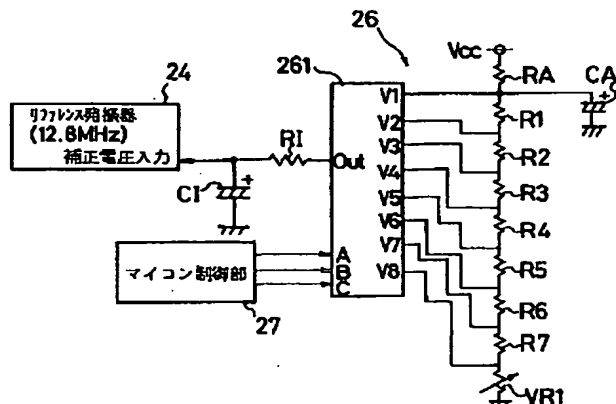
【図2】



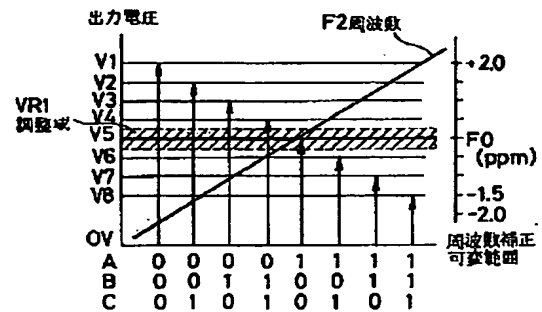
【図3】



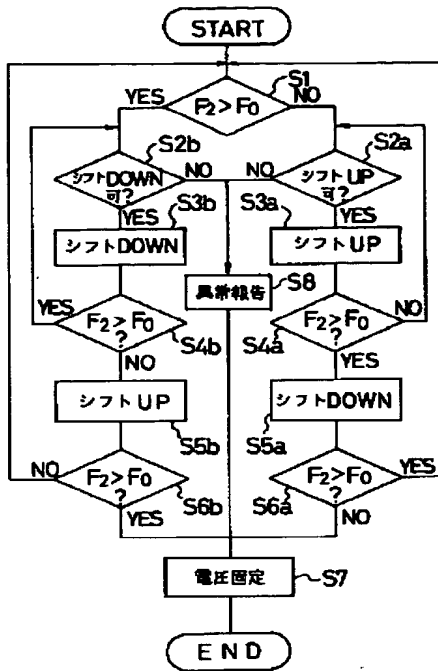
【図4】



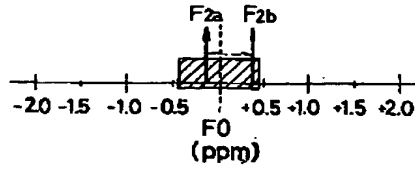
【図5】



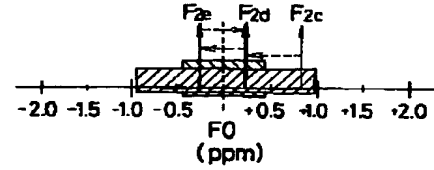
【図6】



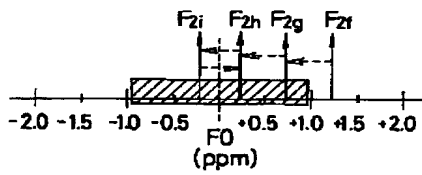
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

